



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

PATENTSCHRIFT

(19) **DD** (11) **247 543 A1**

4(51) H 01 L 21/306
H 01 L 21/66
H 01 L 21/31

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WP H 01 L / 288 564 5	(22)	01.04.86	(44)	08.07.87
(71)	VEB Halbleiterwerk Frankfurt (Oder), 1200 Frankfurt (Oder), DD				
(72)	Jacobs, Joachim, Dr. rer. nat.; Weschenfelder, Dietmar, Dipl.-Ing.; Ettrich, Peter, Dipl.-Chem.; Möhr, Hans, Dipl.-Ing.; Eichler, Christoph, Dipl.-Ing.; Weher, Jörg-Ulrich, DD				
(54)	Verfahren zur Herstellung von Halbleiterbauelementen				

(57) Die Erfindung findet Anwendung bei der Herstellung von Halbleiterbauelementen mit Planar-Epitaxie-Technik. Ziel der Erfindung ist ein Verfahren zur Ausbeuteerhöhung und zur Erhöhung der Packungsdichte von Halbleiterbauelementen, wobei Gebiete unter und über der Epitaxie-Schicht unabhängig vom auftretenden Epitaxie-Versatz genau zugeordnet werden. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß im Anschluß an den Epitaxie-Prozeß die Epitaxie-Schicht an ausgewählten Stellen behandelt wird, bis das Zentrum des dabei entstehenden Reliefs mit dem Zentrum der tatsächlichen Lage des begrabenen Gebietes bei dessen senkrechter Projektion auf das Relief zusammenfällt.

ISSN 0433-6461

4 Seiten

Erfindungsanspruch:

1. Verfahren zur Herstellung von Halbleiterbauelementen mit Planar-Epitaxie-Technik zur genauen Zuordnung von Gebieten unter und über der Epitaxie-Schicht, unabhängig vom auftretenden Epitaxie-Versatz, **gekennzeichnet dadurch**, daß diese Zuordnung mit Hilfe von Reliefs (4, 4', 8) erfolgt, die erst durch geeignete Behandlung, vorzugsweise durch Abtragen, der Epitaxie-Schicht (2) an ausgewählten Stellen sichtbar gemacht werden.
2. Verfahren nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Behandlung durch alleinige oder kombinierte Prozesse auf der Basis chemischer, physikalischer oder physikochemischer Wirkprinzipien erfolgt.
3. Verfahren nach Punkt 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Behandlung unter Verwendung von Maskierungsschichten (6) am SiO_2 und/oder Si_3N_4 bzw. anderer Metallschichten oder -verbindungen erfolgt, auf denen sich vorzugsweise eine Lackhaftmaske befindet.
4. Verfahren nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die ausgewählten Stellen vorzugsweise im Ritzgitter, in Leer- oder Testfeldern oder auf der Scheibenrückseite liegen.
5. Verfahren nach Punkt 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Behandlung mit einem Gemisch aus
60–95 Mol-% HNO_3
4–40 Mol-% HF
0,1–35 Mol-% CH_3COOH
0,01–1 Mol-% H_2 [SiF_6]
10–35 Mol-% H_2O
durchgeführt wird.
6. Verfahren nach Punkt 5, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Behandlung bei konstantgehaltener Temperatur, vorzugsweise kleiner 293°K , erfolgt.
7. Verfahren nach Punkt 5, **gekennzeichnet dadurch**, daß eine relative Bewegung zwischen dem Gemisch und den Scheiben erzeugt wird, vorzugsweise mit einer Strömungsgeschwindigkeit von größer 10 cm/s.
8. Verfahren nach Punkt 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Behandlung als Abtrag bis unter die Epitaxie-Schicht erfolgt.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Halbleiterbauelementen mit Planar-Epitaxie-Technik.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Zur Herstellung integrierter Festkörperschaltkreise und Halbleiterbauelemente in Planar-Epitaxie-Technik werden Substratmaterialien mit definierter Kristallorientierung verwendet. Das Aufwachsen der monokristallinen Epitaxie-Schicht erfolgt bekanntermaßen so, daß es durch das vorzugsweise Beibehalten der Kristallorientierung des Substratmaterials während des Wachstumsprozesses, zu einer lateralen Versetzung von vor dem Epitaxieprozeß im Substrat vorhandenen Strukturkanten kommen kann, insbesondere bei der Verwendung von $\langle 111 \rangle$ Material. In der Bipolartechnik ist es z. B. erforderlich, Gebiete zu realisieren, die durch die Epitaxie „begraben“ werden, deren Reliefkanten entsprechend der Kristallorientierung des verwendeten Substratmaterials, in der Regel $\langle 111 \rangle$ Si unter einem definierten Winkel, in der Regel $\approx 90^\circ$, zur Substratoberfläche mitwachsen. Dadurch entsteht ein lateraler Versatz zwischen der Lage der infolge des Epitaxie-Prozesses übertragenen Strukturkanten des begrabenen (z. B. n^+ -)Gebietes und den ursprünglichen, senkrecht an die Substratoberfläche projizierten Strukturkanten.

Dieser laterale Epitaxie-Versatz ist zur Vermeidung von Ausbeuteverlusten bereits im Layout konstruktiv zu berücksichtigen durch entsprechend große Sicherheitsabstände bzw. Überlappungen der elektrisch relevanten Schaltungselemente, so z. B. ein genügend großer Abstand zwischen dem n^+ -begrabenen Gebiet und dem Isolierrahmen oder einer ausreichenden Überlappung des n^+ -begrabenen Gebietes durch das Schachtgebiet als niederohmigen Kontakt zu diesem, deren Eindiffusion projizierend symmetrisch zur Substratoberfläche mindestens größer der Dicke der Epitaxie-Schicht in diese hinein sein müssen. Als besonderes Problem wirkt sich dabei negativ aus, daß der laterale Epitaxie-Versatz insbesondere von einer Reihe technologischer Parameter abhängt und seine Reproduzierbarkeit entweder als schwer beherrschbar eingeschätzt werden muß oder bisher nur durch nicht zerstörungsfreie Analysemethoden ermittelt werden kann, z. B. durch Einbringung von geeigneten Schlitzen.

Um eine hohe Integrationsdichte bzw. minimalen Flächenbedarf für die entsprechende Funktion der Schaltung oder des Bauelementes zu realisieren, muß dieser Epitaxie-Versatz durch eine hinreichende laterale Verschiebung von Anordnungen unter der Epitaxie „kompensiert“ werden. Den Epitaxie-Versatz durch solch eine laterale Verschiebung zu kompensieren, dazu sind im wesentlichen 2 Verfahren bekannt.

Zum Ersten wird ein fester Epitaxie-Versatz im Entwurf der Schaltung oder des Bauelementes berücksichtigt, in dem Zuordnungsstrukturen oder Justiermarken gegenüber den Strukturen der Schaltung oder des Bauelementes um den Epitaxie-Versatz verschoben werden. Dies setzt einen über alle Scheiben stabilen bekannten Epitaxie-Versatz voraus, der erfahrungsgemäß schwer beherrschbar ist. Der aktuelle Stand des Epitaxie-Versatzes kann bei Änderungen des selben durch eine analoge Entwurfsänderung kompensiert werden, was ökonomisch fragwürdig erscheint.

Zum Zweiten wird durch eine geeignete Meßanordnung eine von Scheibe zu Scheibe beliebige Verschiebung fotolithografisch definiert eingestellt (WP 229 537). Dies setzt aber voraus, daß der Epitaxie-Versatz vorher analysiert und digitalisiert wird und auf jeder Scheibe hinreichend konstant ist.

Da bisher bekannte Analyseverfahren nicht zerstörungsfrei und relativ aufwendig sind, kann nicht jedes zu bearbeitende Substrat analysiert werden und der Abstand zwischen 2 Analysen ist relativ groß. Kurzzeitschwankungen zwischen 2 Analysen können damit nicht erfaßt werden. Es ist außerdem organisatorisch schwierig, u. a. unter Produktionsbedingungen bei großer Typenvielfalt, auf einen instabilen Epitaxie-Versatz zu reagieren.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Ausbeuteerhöhung und zur Erhöhung der Packungsdichte von Halbleiterbauelementen in Planarepitaxietechnik anzugeben, bei dem Gebiete unter und über der Epitaxieschicht unabhängig vom auftretenden Epitaxieversatz genau zugeordnet werden.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben, mit dem Gebiete unter und über der Epitaxieschicht unabhängig vom Epitaxieversatz genau zugeordnet werden können.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß im Anschluß an den Epitaxie-Prozeß die Epitaxie-Schicht an ausgewählten Stellen behandelt wird, bis das Zentrum des dabei entstehenden Reliefs mit dem Zentrum der tatsächlichen Lage des begrabenen Gebietes bei dessen senkrechter Projektion auf das Relief zusammenfällt. Somit ist eine hinreichend genaue laterale Zuordnung von Folgestrukturen zur tatsächlichen Lage des begrabenen Gebietes möglich.

Diese hinreichend genaue Zuordnung vermeidet negative elektrische Auswirkungen des Epitaxie-Versatzes auf die Gutausbeute auf allen Gebieten jeder Scheibe.

Die einer Erhöhung des Integrationsgrades und der Packungsdichte entgegenstehenden, im Entwurf berücksichtigten Sicherheitsabstände können demzufolge minimiert werden ohne die bisher erforderliche Analyse und Kompensation des Epitaxie-Versatzes.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels erläutert werden.

Figur 1 zeigt eine Scheibe nach der Epitaxie mit einer Maske über dem begrabenen Gebiet.

In Figur 2 ist die Scheibe nach dem Herstellen einer Öffnung im Silicium dargestellt.

Figur 3 gibt den Bearbeitungszustand nach der Herstellung einer zum begrabenen Gebiet erfindungsgemäß zugeordneten Lackmaske wieder.

Bei der Herstellung von integrierten Schaltkreisen wird auf einem p-leitenden Si-Substrat 1 eine n-leitende Epitaxie-Schicht 2 abgeschieden, wodurch die zuvor durch geeignete Maskierung und Dotierung erzeugten Gebiete 3, 3' begraben werden. Dabei entstehen an der Oberfläche der Epitaxie-Schicht Reliefs 4, 4'. Das Zentrum dieser Reliefs ist um den Epitaxie-Versatz 5 gegenüber der senkrechten Projektion des Zentrums des begrabenen Gebietes auf der Oberfläche lateral verschoben.

Zur Sicherung einer vom Epitaxie-Versatz unabhängigen Zuordnung der Folgeebenen zum begrabenen Gebiet ist über einem ausgewählten begrabenen Gebiet 3 und dem dazugehörigen Oberflächenrelief 4 eine Öffnung 7 im Epitaxie-Silicium herzustellen. Dazu wird eine Maske 6 aufgebracht und das unter dieser Maske 6 befindliche Silicium in einem Gemisch aus

60–95 Mol-% HNO_3
 4–40 Mol-% HF
 0,1–35 Mol-% CH_3COOH
 0,01–1 Mol-% H_2 [SiF_6]
 10–35 Mol-% H_2O aufgelöst,

wobei die Temperatur vorzugsweise kleiner als 293°K konstant gehalten wird. Dabei entsteht ein Relief 8, dessen Zentrum mit dem Zentrum des inzwischen aufgelösten begrabenen Gebietes 3 zusammenfällt.

Nach Herstellung einer SiO_2 -Schicht 9 auf der Scheibenoberfläche erfolgt die erfindungsgemäße Zuordnung der Öffnungen 10 in der Lackmaske für die Folgeebene zum begrabenen Gebiet 3' durch Zuordnung dieser Maske 6 zum Relief 8 in der Öffnung 7 im Silicium.

